

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-176826

(43)Date of publication of application : 29.06.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/304

B24B 37/00

C09K 3/14

C09K 13/00

(21)Application number : 2000-306935

(71)Applicant : LUCENT TECHNOLOG INC

(22)Date of filing : 06.10.2000

(72)Inventor : SUDAANSHU MISURA
MERCHANT SAILESH M
ROY PRADIP K

(30)Priority

Priority number : 1999 414058

Priority date : 07.10.1999

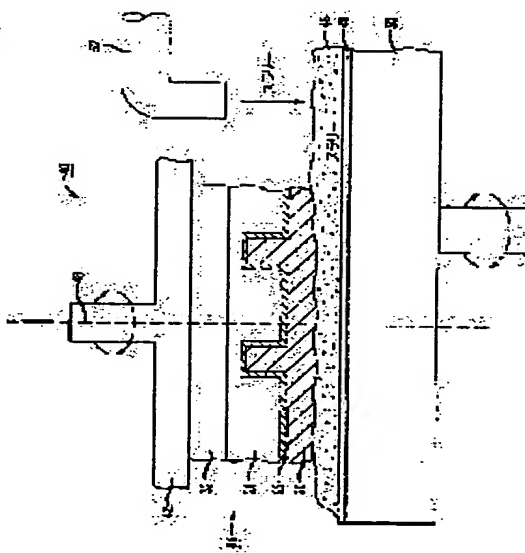
Priority country : US

(54) CHELATING AGENT FOR SLURRY SELECTIVITY CONTROL AND ASSOCIATED METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a slurry for chemical mechanical polishings(CMP), where its polishing selectivity and removing speed with respect to a barrier metal layer are improved in comparison with a bulk metal layer.

SOLUTION: Diethylene triamine penta acetate(DTPA) as a chelating agent is contained in a chemical and mechanical polishing(CMP) slurry for polishing the surface of a metal semiconductor wafer. A CMP process is used to polish the surface of the semiconductor wafer during the step for forming an interconnecting line or a via. The interconnecting line includes a bulk metal layer and a barrier metal layer which are formed over a trench of an insulating layer in the semiconductor wafer. The DTPA increases the polishing selectivity of the slurry, with respect to the barrier metal layer. Concurrently with the increased removing speed of the barrier metal layer, dishing of the bulk metal layer is prevented in the trench during the process of the CMP.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【外国語明細書】

1. Title of Invention

CHELATING AGENT FOR SLURRY SELECTIVITY
CONTROL AND ASSOCIATED METHOD

2. Claims

1. A chemical mechanical polishing (CMP) slurry for polishing a semiconductor wafer including at least one metal layer, the slurry comprising:

aqueous medium;

an abrasive in said aqueous medium;

an oxidizing agent in said aqueous medium; and

diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent in said aqueous medium for metal polished from the semiconductor wafer.

2. A CMP slurry according to Claim 1, wherein the slurry has a pH less than about 7.

3. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said DTPA is in a range of about 0.5 to 2 percent by weight in the slurry.

4. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said DTPA has a stability constant greater than about 5.

5. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said aqueous medium comprises deionized water.

6. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said aqueous medium comprises distilled water.

7. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said abrasive comprises a metal oxide abrasive.

8. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said abrasive comprises at least one of: alumina, ceria, silica and mixtures thereof.

9. A CMP slurry according to Claim 1, wherein said oxidizing agent comprises hydrogen peroxide.

10. A chemical mechanical polish (CMP) slurry for polishing a semiconductor wafer including at least one metal layer, the slurry comprising:

aqueous medium;

an abrasive in said aqueous medium;

an oxidizing agent in said aqueous medium; and

diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent in said aqueous medium for metal polished from the semiconductor wafer, said DTPA is in a range of about 0.5 to 2 percent by weight in the slurry.

11. A CMP slurry according to Claim 10, wherein the slurry has a pH less than about 7.

12. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said DTPA has a stability constant greater than about 5.

13. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said aqueous medium comprises deionized water.

14. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said aqueous medium comprises distilled water.

15. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said abrasive comprises a metal oxide abrasive.

16. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said abrasive comprises at least one of: alumina, ceria, silica and mixtures thereof.

17. A CMP slurry according to Claim 10, wherein said oxidizing agent comprises hydrogen peroxide.

18. A method for chemical mechanical polishing (CMP) a semiconductor wafer comprising an insulating layer and at least one metal layer on the insulating layer, the method comprising the step of:

dispensing a CMP slurry to an interface between the semiconductor wafer and a polishing article while providing relative motion therebetween;

the slurry comprising an aqueous medium, an abrasive, an oxidizing agent, and diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent for metal polished from the semiconductor wafer.

19. A method according to Claim 18, wherein the slurry has a pH less than about 7.

20. A method according to Claim 18, wherein the DTPA is in a range of about 0.5 to 2 percent by weight in the slurry.

21. A method according to Claim 18, wherein the DTPA has a stability constant greater than about 5.

22. A method according to Claim 18, wherein the aqueous medium comprises deionized water.

23. A method according to Claim 18, wherein the aqueous medium comprises distilled water.

24. A method according to Claim 18, wherein the abrasive comprises a metal oxide abrasive.

25. A method according to Claim 18, wherein the abrasive comprises at least one of: alumina, ceria, silica and mixtures thereof.

26. A method according to Claim 18, wherein the oxidizing agent comprises hydrogen peroxide.

27. A method according to Claim 18, wherein the at least one metal layer comprises at least one of: aluminum, copper, tungsten, titanium, titanium nitride, tantalum, tantalum nitride and alloys thereof.

28. A method according to Claim 18, wherein the at least one metal layer comprises a barrier metal layer and a bulk metal layer on the barrier metal layer.

29. A method according to Claim 30, wherein the barrier metal layer is comprises at least one of: titanium, titanium nitride, tantalum, tantalum nitride and alloys thereof; and wherein the bulk metal layer comprises at least one of: aluminum, copper, tungsten and alloys thereof.

3. Detailed Description of Invention

Field of the Invention

The present invention relates to semiconductor processing, and, more particularly, to a slurry used to polish a semiconductor wafer surface.

Background of the Invention

A semiconductor wafer typically includes a semiconductor substrate, such as silicon, on which transistors are formed. The transistors are interconnected through metal interconnect lines, vias or contacts to form functional circuits. An interconnect line, for example, is formed by depositing a metal layer on a trench or via etched into an insulating layer on the semiconductor substrate. Chemical mechanical polishing (CMP) is used to polish the surface of the metal layer during the steps of the semiconductor process.

In general, CMP involves the concurrent chemical and mechanical polishing of an overlying first layer to expose the surface of a second layer on which the first layer is formed. The CMP process uses a polishing pad and a slurry to remove the first layer until the upper surface of the first layer becomes coplanar with the upper surface of the second layer.

Slurry generally includes a solution which contains abrasive particles. The semiconductor wafer is bathed or rinsed in the slurry while an elastomeric pad is pressed against the first layer and rotated so that the slurry particles are pressed against the first layer under load. The lateral motion of the pad causes the slurry particles to move across the first layer, resulting in wear and

removal of the surface of the first layer. In many cases, the rate of surface removal is determined by the degree of applied pressure, the velocity of pad rotation and the chemical activity of the slurry.

An interconnect line includes at least one barrier metal layer and a bulk metal layer in a semiconductor wafer. The barrier metal layer may be in a range of about 50 to 500 angstroms thick and typically 100 to 250 angstroms thick, to prevent the bulk metal layer from spiking out and contacting the semiconductor substrate. The bulk metal layer is on the barrier metal layer to form the conductor of the interconnect line. A thickness of the bulk metal layer may be in a range of about 1,000 to 8,000 angstroms thick, and typically 3,000 to 6,000 angstroms thick.

Before a CMP process, the bulk metal layer 20 covers the surface of the barrier metal layer 22 in the semiconductor wafer 44, as shown in FIG. 1. During the CMP process, the barrier metal layer 22 and the bulk metal layer 20 both come in contact with the slurry. A problem arises because the polishing rate of the slurry is significantly higher for the bulk metal layer 20 as compared to the polishing rate of the barrier metal layer 22. Consequently, when both the barrier metal layer 22 and the bulk metal layer 20 come in contact with the slurry, the bulk metal layer 20 is polished faster than the barrier metal layer 22. This causes a dishing in the trenches 24 because of the low selectivity of the slurry with respect to the barrier metal layer 22, as shown in FIG. 2. Dishing is undesirable because it causes nonplanarities which effects the reliability of the interconnect line formed

during the CMP process.

After the barrier metal layer 22 has been polished or planarized to the surface of the oxide layer 26, the CMP process is generally continued for a few more seconds to insure that any remaining barrier metal layer 22 has been completely removed from the surface of the oxide layer 26. During this over-polish step in the CMP process, an erosion of the oxide layer 26 may occur, as indicated by reference 28. This problem is particularly acute when the pattern density of the interconnect lines or vias are more dense in certain areas, as shown in FIG. 3. The dishing of the bulk metal layer 20 in these dense areas causes the oxide layer 28 therebetween to erode as compared to a less dense area of the oxide layer, such as area 30, which remains planarized.

One approach to the above described problem is to use two different slurries. A first slurry for the bulk metal layer 20 and a second slurry for the barrier metal layer 22, wherein the second slurry has an increased polishing rate for the barrier metal layer. However, a single slurry for the CMP process is more desirable than the use of multiple slurries.

Another known approach for increasing the polishing rate of the barrier metal layer 22 is to add a chelating agent to the slurry. When the chelating agent is used with the abrasive particles in the slurry, higher polishing rates may be achieved. Examples of a chelating agent added to a slurry for enhancing polishing have been disclosed in several U.S. Patents. For example, U.S. Patent No. 5,700,383 to Feller et al. discloses a slurry including citric acid, oxalic acid or ascorbic acid as the chelating

agent. U.S. Patent No. 5,916,819 to Skrovan et al. discloses a slurry which includes ethylene diphosphonic acid (EDP) as the chelating agent.

While known slurries disclose the use of a chelating agent to improve the removal rate or selectivity of the barrier metal layer compared to the bulk metal layer, there is a continuing need to improve this selectivity during the CMP process.

Summary of the Invention

In view of the foregoing background, it is therefore an object of the present invention to provide a slurry for chemical mechanical polishing a semiconductor wafer including a barrier metal layer and a bulk metal layer to prevent dishing of the bulk metal layer, particularly in forming an interconnect line, via or contact in the semiconductor wafer.

This and other objects, advantages and features in accordance with the present invention are provided by a slurry for polishing a semiconductor wafer including at least one metal layer. The slurry preferably includes an aqueous medium, an abrasive in the aqueous medium, an oxidizing agent in the aqueous medium, and diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent in the aqueous medium for metal polished from the semiconductor wafer. The DTPA is preferably in a range of about 0.5 to 2 percent by weight in the slurry. The abrasive preferably includes at least one of alumina, ceria, silica and mixtures thereof. The slurry preferably has a pH less than about 7.

Another aspect of the invention is a method for chemical mechanical polishing (CMP) a semiconductor substrate comprising an insulating layer and at least one metal layer on the insulating layer. The method comprises

the step of dispensing a CMP slurry to an interface between the semiconductor wafer and a polishing article while providing relative motion therebetween. The slurry preferably comprises an aqueous medium, an abrasive, an oxidizing agent, and diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent for metal polished from the semiconductor wafer.

The at least one metal layer preferably includes a barrier metal layer and a bulk metal layer on the barrier metal layer, as in forming an interconnect line over a trench in the semiconductor wafer. The DTPA increases the selectivity of the slurry with respect to the barrier metal layer. With the removal rate of the barrier metal layer being increased, dishing in the bulk metal layer is prevented in the trenches during the CMP process. Consequently, reliability of the semiconductor device is improved. The bulk metal layer preferably includes at least one of aluminum, copper tungsten and alloys thereof. The barrier metal layer preferably includes at least one of titanium, titanium nitride, tantalum, tantalum nitride and alloys thereof.

Detailed Description of the Preferred Embodiments

The present invention will now be described more fully hereinafter with reference to the accompanying drawings, in which preferred embodiments of the invention are shown. This invention may, however, be embodied in many different forms and should not be construed as limited to the embodiments set forth herein. Rather, these embodiments are provided so that this disclosure will be thorough and complete, and will fully convey the scope of the invention to those skilled in the art. Like numbers refer to like elements throughout. The dimensions of layers and regions may be exaggerated in the figures for greater clarity.

A polishing slurry comprising diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent increases the selectivity of the slurry during a metal chemical mechanical polishing (CMP) of a semiconductor wafer including at least one metal layer. The at least one metal layer in the illustrated embodiment includes a barrier metal layer 20 and a bulk metal layer 22 in the semiconductor wafer 44, as shown in FIG. 1. Increased selectivity of the slurry towards the barrier metal layer 20 increases its removal rate when in contact with the slurry. This advantageously prevents dishing of the bulk metal layer 20 in the trenches 24, as discussed above with reference to FIG. 2. Moreover, erosion of the oxide layer 28 in dense areas of the semiconductor wafer 44 is minimized because of the increased selectivity of the slurry towards the barrier metal layer 22, as shown in FIG.

3.

Referring again to FIG. 1, the bulk metal layer 20 preferably comprises copper or aluminum when forming an interconnect line. If the bulk metal layer 20 is copper, then the barrier metal layer 22 is preferably a layer of titanium, or a layer of titanium nitride on the titanium layer. If the bulk metal layer 20 is aluminum, then the barrier metal layer 22 is preferably a layer of tantalum and a layer of tantalum nitride on the tantalum layer. Alternatively, for aluminum as the bulk metal layer 20, the barrier metal layer 22 may also be a layer of titanium, or a layer of titanium nitride on the titanium layer. These barrier metals are also referred to as heavy metals, as readily understood by one skilled in the art. Other metals and alloys thereof are also contemplated by the present invention.

The titanium nitride layer and the tantalum nitride layer are an adhesive for the bulk metal layer 20, whereas the titanium layer and the tantalum layer prevent the bulk metal layer from spiking out and contacting the semiconductor substrate 32. When copper is the bulk metal layer 20, a seed layer may be used to provide adhesive in lieu of a layer of titanium nitride. In addition to forming interconnect lines, the slurry may also be used to polish vias and contacts in the semiconductor wafer, as readily appreciated by one skilled in the art.

An illustrative embodiment of a CMP apparatus assembly 40 for polishing a surface of the semiconductor wafer 44 will be described with reference to FIG. 4 in accordance with the present invention. Various other embodiments of the CMP apparatus assembly 40 are also applicable, as

readily appreciated by one skilled in the art. For example, some CMP apparatus assemblies do not use rotating platens and rotating wafer holders.

The CMP assembly 40 includes a rotating wafer holder 42 that holds the semiconductor wafer 44. A slurry or fluid composition 46 in accordance with the present invention is introduced atop a polishing pad 48. The polishing pad 48 is located on a rotating table platen 50. The polishing pad 48 is applied to the surface of the semiconductor wafer 44 in the presence of the slurry 46 at a certain pressure to perform the planarization. Pressure is applied, as represented by the arrow marked P. This pressure P represents both a down force pressure and a backside pressure applied by the CMP apparatus assembly 40. The rotating elements 42, 50 are rotated and moved by a motor, as is readily understood by one skilled in the art.

The semiconductor wafer holder 42 rotates the semiconductor wafer 44 at a selected velocity about an axis 48 and moves the wafer under a controlled pressure P across the pad 48. The semiconductor wafer 44 contacts the pad 48 as it is moved. The area of the pad 48 which comes into contact with the surface of the semiconductor wafer 44 varies as the wafer is moved in a predetermined pattern.

A chemical supply system 52 introduces the slurry 46 atop the pad 48 at a specified flow rate. The slurry 46 may be introduced at various locations about the pad 48 without affecting the benefits of the present invention. For example, the slurry 46 may be introduced from above the

pad 48, such as by drip or spray. Alternatively, the slurry 46 may be introduced from beside the rotating table 50 by spraying.

The slurry 46 comprises aqueous medium, an abrasive in the aqueous medium, an oxidizing agent in the aqueous medium, and diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent in the aqueous medium for metal polished from the semiconductor wafer 44. The abrasive preferably includes a metal oxide abrasive, such as alumina, ceria, silica or mixtures thereof. The oxidizing agent includes hydrogen peroxide, and the aqueous medium is deionized or distilled water.

The rotating table 50 is rotated at a selected velocity and is rotated in the same direction as the wafer holder 42. The surface of the semiconductor wafer 44 is held in juxtaposition relative to the pad 48 so that the pad can polish the surface of the wafer. The slurry 46 and the pad pressure primarily determine the polishing rate or rate of removal of the surface material.

To alleviate dishing during the above described polishing process, the slurry 46 includes diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent. DTPA enhances the reaction rate or the rate of detachment of the metal ions from the surface of the semiconductor wafer 44, particularly with respect to the barrier metal layer 22. DTPA is a water soluble multidentate molecular ligand having three donor atoms (N₃) in the molecule capable of occupying more than one position in the coordination sphere of a metal ion to form a cyclic structure, referred to as the chelating complex or the chelate.

Conventional chelating agents typically have two donor

atoms in the molecule. DTPA advantageously provides higher selectivity of the slurry towards the barrier metal layer 22 because of the third donor atom. The removal rate of the barrier metal layer 22 is increased, which in turn, minimizes dishing as may be present with low selectivity slurries. Moreover, DTPA is applicable to different metals, such as tungsten, copper, aluminum, tantalum, tantalum nitride, titanium and titanium nitride. DTPA forms weak bonds with the barrier metal layer 22, such as titanium or tantalum and their compounds, hydrolyzing them readily. That is, the bonds of the surface metal ions are split in the presence of the aqueous portion of the slurry, and these split ions are combined with elements of the diethylene triamine.

Diethylene triamine, represented by $C_4H_{11}N_3$, is the central group or ligand of the chelating agent. The triamine N_3 advantageously provides three atoms N within the ligand, whereby the metal being polished can attach three metal atoms to form a complex reaction. Consequently, a stronger bond is formed between the metal being polished and the chelating agent in the slurry 46 so that the rate of removal is increased with respect to the barrier metal layer 22. In addition, the rate of removal of the bulk metal layer 20 is also increased.

The DTPA preferably forms a chelate or chelating complex that has a large conditional formation or stability constant K_f with regard to the various metals of greatest concern during polishing. DTPA has a K_f that is different with respect to each metal. The formation constant is the equilibrium constant for the formation of the chelate complex from the solvated metal ion and the ligand in its fully dissociated form. Many parameters influence

stability, including the size and number of chelate rings formed between the ligand and metal ion, substituents on the chelate rings, and the nature of the metal ions and donor atoms of the chelating agent. DTPA advantageously has a sufficiently high formation constant with respect to the barrier metal ions. Because the formation constants are different with respect to different metal ions for DTPA as a chelating agent, preferable ranges for K_f are given with respect to the metal ions of greatest concern, i.e., the barrier and bulk metals. Accordingly, chelating agent has a K_f greater than 5 for these metals.

The benefits of using DTPA as the chelating agent is not affected by the type or material of the polishing pad 48 utilized. For example, the slurry 46 may be utilized with any known and appropriate polishing pad 48 as would be known to one skilled in the art since the choice of pads is application dependant. The polishing pad 48 may include one or more pads, and they may be of a specific shape, i.e., circular, oval, or rectangular, and may be of a nonuniform shape. The choice of pads may also be of any particular hardness depending on the particular application. Further, as described above, the pads may include an abrasive component at a surface thereof for planarization.

The slurry 46 generally includes an abrasive component and a component that chemically interacts with the surface being planarized. For example, a typical oxide polishing slurry 46 includes a colloidal suspension of oxide particles, with an average size of 120 nm, for example, in an acidic solution having a pH less than or equal to 7. However, the DTPA may be used

with alkali solutions having a pH greater than 7. Ceria (CeO_2) suspensions may also be used when appropriate, particularly where large amounts of metal must be removed. Ceria acts as both the chemical and mechanical agent in the slurry 46. Other abrasive components of the slurry 46 may include, but are not limited to alumina (Al_2O_3) and silica or any other abrasive used in conventional polishing slurries, as readily known by one skilled in the art.

General characteristics of suitable slurry components utilized in conjunction with the chelating agent include that the hardness of the polishing particles or abrasive component should be about the same hardness as the hardness of the metal being polished to avoid damaging the metal. In addition, the particles should be uniform and the solution free of metallic contaminants. Further, for example, the slurry has a pH less than about 7 when used in metal polishing processes.

The present invention may also be utilized with a CMP apparatus device 40 using a pad 48 that includes an abrasive component, wherein the fluid composition includes the chelating agent and a fluid component that chemically interacts with the surface of the semiconductor wafer 44. Therefore, the slurry 46 does not need the abrasive component provided by the pad 48. The chemical interacting fluid component however, would still be required. The fluid chemically interacting component may include, for example, ammonium hydroxide or any acidic solution having a pH less than or equal to 7. The amount of DTPA used in the slurry 46 is of an amount effective to increase the selectivity of the slurry with respect to the barrier metal layer 22. Preferably, DTPA as the chelating agent is

present in an amount of about 0.5 to 2% by weight, based upon the total weight of the fluid composition.

Another aspect of the invention is a method for chemical mechanical polishing (CMP) a semiconductor wafer 44 comprising an insulating layer 26 and at least one metal layer on the insulating layer. The method includes the step of dispensing a CMP slurry 46 to an interface between the semiconductor wafer 44 and a polishing article 48 while providing relative motion therebetween. The slurry 46 comprises an aqueous medium, an abrasive, an oxidizing agent, and diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent for metal polished from the semiconductor wafer 44.

The at least one metal layer includes a barrier metal layer 22 and a bulk metal layer 20 on the barrier metal layer, as in forming an interconnect line over a trench in the semiconductor wafer 44. The DTPA increases the selectivity of the slurry 46 with respect to the barrier metal layer 22. With the removal rate of the barrier metal layer 22 being increased, dishing in the bulk metal layer 20 is prevented in the trenches during the CMP process. Consequently, reliability of the semiconductor wafer 44 is improved. The bulk metal layer 20 includes at least one of aluminum, copper tungsten and alloys thereof. The barrier metal layer 22 includes at least one of titanium, titanium nitride, tantalum, tantalum nitride and alloys thereof.

Many modifications and other embodiments of the invention will come to the mind of one skilled in the art having the benefit of the teachings presented in the foregoing descriptions and the associated drawings. Therefore, it is to be understood that the invention is not

to be limited to the specific embodiments disclosed, and that modifications and embodiments are intended to be included within the scope of the appended claims.

4. Brief Description of Drawings

FIG. 1 is a cross-sectional view of a semiconductor wafer having trenches covered by a barrier metal layer and a bulk metal layer before a CMP process according to the prior art.

FIG. 2 is a cross-sectional view of the semiconductor wafer illustrated in FIG. 1 showing dishing in the bulk metal layer in the trenches after the CMP process.

FIG. 3 is a cross-sectional view of a semiconductor wafer showing an erosion of the oxide layer caused by the dishing illustrated in FIG. 2.

FIG. 4 is a cross-sectional view of a semiconductor wafer positioned in a chemical mechanical polish apparatus contacting a slurry in accordance with the present

FIG. 1
PRIOR ART

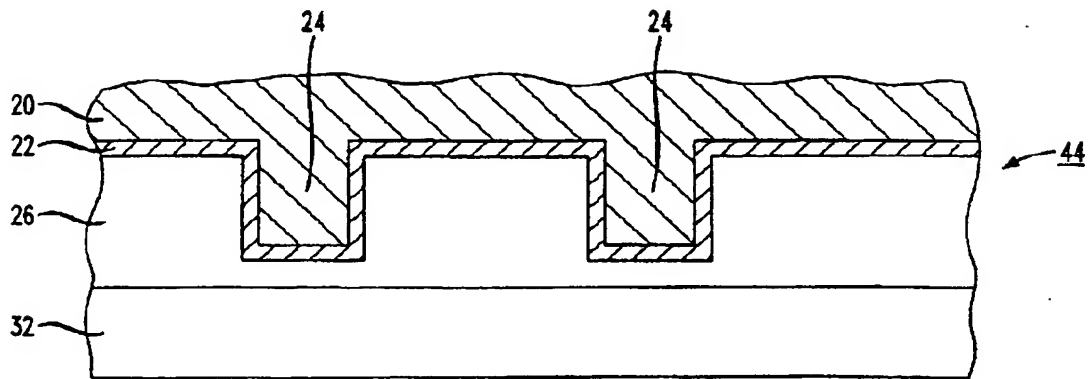


FIG. 2
PRIOR ART

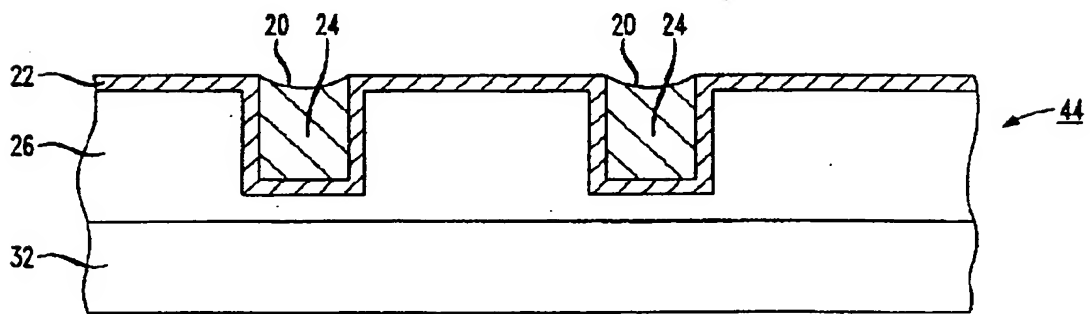


FIG. 3
PRIOR ART

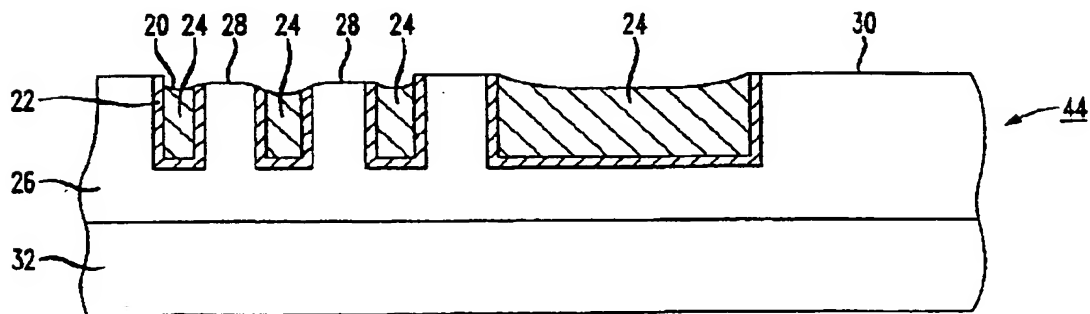




FIG. 4

1. Abstract

A chemical mechanical polishing (CMP) slurry for polishing a metal semiconductor wafer surface includes diethylene triamine penta acetate (DTPA) as a chelating agent. A CMP process is used to polish the semiconductor wafer surface during the step of forming an interconnect line or via. The interconnect line includes a bulk metal layer and a barrier metal layer formed over a trench in an insulating layer in the semiconductor wafer. The DTPA increases the selectivity of the slurry with respect to the barrier metal layer. With the removal rate of the barrier metal layer being increased, dishing in the bulk metal layer is prevented in the trenches during the CMP process.

2. Representative Drawing

Fig. 4

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-176826
(P2001-176826A)

(43) 公開日 平成13年6月29日 (2001.6.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 1 L 21/304	6 2 2	H 0 1 L 21/304	6 2 2 D
B 2 4 B 37/00		B 2 4 B 37/00	H
C 0 9 K 3/14	5 5 0	C 0 9 K 3/14	5 5 0 D
			5 5 0 Z
			5 5 0 M

審査請求 未請求 請求項の数29 O L 外国語出願 (全 27 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-306935(P2000-306935)
(22) 出願日 平成12年10月6日(2000.10.6)
(31) 優先権主張番号 09/414058
(32) 優先日 平成11年10月7日(1999.10.7)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 596092698
ルーセント テクノロジーズ インコーポ
レーテッド
アメリカ合衆国, 07974-0636 ニュージ
ャーシイ, マレイ ヒル, マウンテン ア
ヴェニュー 600
(72) 発明者 スダーンシュ ミスラ
アメリカ合衆国 32837 フロリダ, オー
ランド, ブライトムーア サークル 5124
(74) 代理人 100064447
弁理士 岡部 正夫 (外11名)

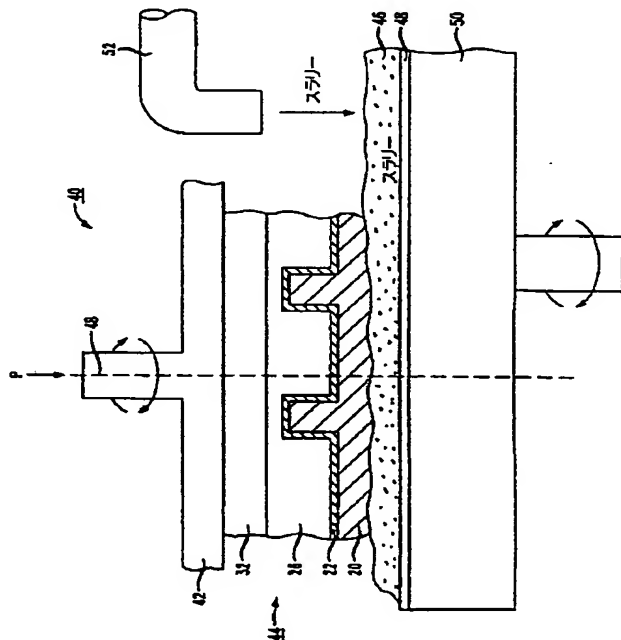
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラリーの選択性制御及び関連した方法のためのキレート化剤

(57) 【要約】

【課題】 バルク金属層にくらべて障壁金属層の選択性や除去速度の改善された化学機械研磨 (CMP) 用のスラリーを提供する。

【解決手段】 金属半導体表面を研磨するための化学機械研磨 (CMP) 用スラリーにキレート剤としてのジェチレントリアミンペンタアセテート (DTPA) が含まれる。CMP工程は、相互接続線やビアを形成するステップの間に半導体表面を研磨するために用いられる。相互接続線は、半導体ウェーハの中の絶縁層の溝の上に形成されたバルク金属層と障壁金属層をふくむ。DTPAは障壁金属層に関してスラリーの選択性を増大させる。増大された障壁金属層の除去速度と共に、CMP工程の間の、バルク金属層の皿状のくぼみは溝の中で防がれる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一つの金属層を含む半導体ウェーハを研磨するための、化学機械研磨（CMP）スラリーであって、
水溶性媒介と、

前記水溶性媒介中の研磨剤と、

前記水溶性媒介中の酸化剤と、

前記半導体ウェーハから研磨された金属に対する、前記水溶性媒介中でのキレート剤としてジエチレントリアミンペンタアセテート（DTPA）とを含む研磨スラリー。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記スラリーが約 7 より小さい pH を有するスラリー。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記 DTPA が前記スラリー中で約 0.5 ないし 2 重量%の範囲であるスラリー。

【請求項 4】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記 DTPA が約 5 より大きい安定度定数を有するスラリー。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記水溶性媒介が脱イオン水を含むスラリー。

【請求項 6】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記水溶性媒介が蒸留水を含むスラリー。

【請求項 7】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記研磨剤が金属酸化物研磨剤を含むスラリー。

【請求項 8】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記研磨剤が、アルミナ、セリア、シリカおよびその混合物の少なくとも一つを含むスラリー。

【請求項 9】 請求項 1 に記載の CMP スラリーにおいて、前記酸化剤は過酸化水素を含むスラリー。

【請求項 10】 少なくとも一つの金属層を含む半導体ウェーハを研磨するための、化学機械研磨（CMP）スラリーであって、
水溶性媒介と、

前記水溶性媒介中の研磨剤と、

前記水溶性媒介中の酸化剤と、

前記半導体ウェーハから研磨された金属に対する前記水溶性媒介中でのキレート剤として働き、かつ前記スラリー中で約 0.5 ないし 2 重量%の範囲であるジエチレントリアミンペンタアセテート（DTPA）とを含む研磨スラリー。

【請求項 11】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、約 7 より小さい pH を有するスラリー。

【請求項 12】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、約 5 より大きい安定度定数を有するスラリー。

【請求項 13】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、前記水溶性媒介が脱イオン水を含むスラリー。

【請求項 14】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、前記水溶性媒介が蒸留水を含むスラリー。

【請求項 15】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、前記研磨剤が金属酸化物研磨剤を含むスラリー。

【請求項 16】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、前記研磨剤が、アルミナ、セリア、シリカおよびその混合物の少なくとも一つを含むスラリー。

【請求項 17】 請求項 10 に記載の CMP スラリーにおいて、前記酸化剤は過酸化水素を含むスラリー。

【請求項 18】 絶縁層と前記絶縁層上に少なくとも一つの金属層とを含む半導体ウェーハを化学機械研磨（CMP）するための方法であって、

CMP スラリーを前記半導体ウェーハと研磨物品の間の界面に、それらの間の相対的な動きを提供しながら、分配する工程を含み、

前記 CMP スラリーが、水溶性媒介、研磨剤、酸化剤および前記半導体ウェーハから研磨された金属に対するキレート剤として働くジエチレントリアミンペンタアセテート（DTPA）を含む方法。

【請求項 19】 請求項 18 に記載の方法において、前記スラリーが約 7 より小さい pH を有する方法。

【請求項 20】 請求項 18 に記載の方法において、前記 DTPA が前記スラリー中で約 0.5 ないし 2 重量%の範囲である方法。

【請求項 21】 請求項 18 に記載の方法において、前記 DTPA が約 5 より大きい安定度定数を有する方法。

【請求項 22】 請求項 18 に記載の方法において、前記水溶性媒介が脱イオン水を含む方法。

【請求項 23】 請求項 18 に記載の方法において、前記水溶性媒介が蒸留水を含む方法。

【請求項 24】 請求項 18 に記載の方法において、前記研磨剤が金属酸化物研磨剤を含む方法。

【請求項 25】 請求項 18 に記載の方法において、前記研磨剤が、アルミナ、セリア、シリカおよびその混合物の少なくとも一つを含む方法。

【請求項 26】 請求項 18 に記載の方法において、前記酸化剤は過酸化水素を含む方法。

【請求項 27】 請求項 18 に記載の方法において、前記少なくとも一つの金属層が、アルミニウム、銅、タングステン、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタルおよびその合金の少なくとも一つを含む方法。

【請求項 28】 請求項 18 に記載の方法において、前記少なくとも一つの金属層が、障壁金属層と、前記障壁金属層にバルク金属層を含む方法。

【請求項 29】 請求項 28 に記載の方法において、前記障壁金属層が、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタルおよびその合金の中の少なくとも一つを含み、前記バルク金属層がアルミニウム、銅、タングステンおよびその合金の中の少なくとも一つを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体プロセス、特に半導体ウェーハ表面を研磨するために用いられるスラリーに関する。

【0002】

【従来の技術】典型的に、半導体ウェーハはトランジスタがその上に形成される、シリコンのような半導体基板を含んでいる。トランジスタは金属相互接続線、ビアあるいは接点を介して相互に接続され、機能的回路を形成する。例えば相互接続線は、半導体基板上の絶縁層にエッチングされたビアや溝に金属層を堆積することによって形成される。化学機械研磨（CMP）は半導体プロセスのステップの間に金属層の表面を研磨するために用いられる。

【0003】一般的に、CMPは、第一層がその上に形成されている第二層の表面がさらされるまで、覆っている第一層を、化学的かつ機械的に同時に研磨するプロセスを含んでいる。CMPプロセスは研磨パッドとスラリーを用いて、第一層の上部表面が第二層の上部表面と等しい平面となるまで第一層を除去する。

【0004】スラリーは一般的に、研磨用粒子含有溶液を含んでいる。負荷のかかった状態で第一層に対してスラリー粒子が押し付けられるように、弾性体パッドが第一層に対して押し付けられ、かつ回転される間に、半導体ウェーハはスラリーの中に漬けられるか、あるいは洗われる。パッドの横方向の動きは、スラリー粒子を第一層にわたって移動させ、第一層の表面の摩滅および除去を導く。多くの場合、表面除去速度は加えられた圧力、パッドの回転速度とスラリーの化学的活性の程度によって決定される。

【0005】相互接続線は少なくとも一つの障壁金属層とバルク金属層を半導体ウェーハの中に含んでいる。障壁金属層は約50ないし500Åで、典型的には100ないし250Åの厚みの範囲であり、バルクの金属層が突き出て半導体基板と接触することを防ぐ。バルク金属層は障壁金属層上にあり相互接続線の導電体を形成する。バルク金属層の厚みは約1000ないし8000Åで、典型的には3000ないし6000Åである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】CMPプロセスに先立って、図1に示されたように、バルク金属層20が障壁金属層22の表面を半導体ウェーハ44のなかで覆っている。CMPプロセスの間に、障壁金属層22とバルク金属層20が両方ともスラリーと接触する。バルク金属層20に対するスラリーの研磨速度が、障壁金属層22の研磨速度と比較して、非常に早いので、一つの問題が生じる。したがって障壁金属層22とバルク金属層20の両方がスラリーに接触したとき、バルク金属層20は障壁金属層22より早く研磨される。これは、図2のように、障壁金属層に関してスラリーの低選択性のために溝24に皿状のへこみを引き起こす。CMPプロセスの

間に形成された相互接続線の信頼性に影響する非平坦性を引き起こすので、へこみは望まれない。

【0007】障壁金属層が酸化物層26の表面まで研磨されるか、平坦化されたあとに、CMPプロセスは一般的にさらに数秒間続けられ、いずれかの残りの障壁金属層が完全に酸化物層26の表面から確実に除去される。CMPプロセスにおけるこの過研磨（オーバーポリッシュ）の間に、参照数字28に示されるように酸化物層26の侵食が起こる。この問題は、相互接続線あるいはビアのパターン密度がある領域で図3に示されるようなより大きい場合に特に激しい。これらの濃密な領域でバルク金属層20のへこみは、平坦な部分が残る領域30のような酸化物層のより密度の低い領域に比較して、その間の酸化物層28の侵食を引き起こす。

【0008】前述の問題に対する一つの試みは二つの異なったスラリーを利用することである。バルク金属層20に対する第一のスラリーと障壁金属層22に対する第二のスラリーであり、第二のスラリーは障壁金属層に対して増加された研磨速度を有する。しかし、CMPプロセスに対して単一のスラリーを用いることは複数のスラリーを用いることよりも望ましい。

【0009】障壁金属層22の研磨速度を増やすためのもう一つの知られた試みはスラリーにキレート剤を追加することである。キレート剤はスラリーの中に研磨粒子を伴って用いられ、高い研磨速度が達成される。研磨を促進するためにスラリーに加えられるキレート剤の例はいくつかの米国特許に開示されている。例えばフェラー等の米国特許第5,700,383号にはキレート剤としてクエン酸、シュウ酸あるいはアスコルビン酸を含むスラリーが開示されている。スクロバン等の米国特許第5,916,819号には、キレート剤としてエチレンジホスホン酸を含むスラリーが開示されている。

【0010】バルク金属層にくらべて障壁金属層の選択性や除去速度を改善するために、知られたスラリーではキレート剤を利用することが開示されているが、CMPプロセスの間にこの選択性を改善するための継続的な要求が存在している。

【0011】

【課題を解決するための手段】前述の背景の観点から、本発明の目的は、バルク金属層、特に半導体ウェーハの相互接続線、ビアあるいは接点の形成時にへこみを避けるために、障壁金属層とバルク金属層を含む半導体ウェーハを化学機械研磨するためのスラリーを提供することである。

【0012】この、そして他の目的、本発明による利点と特徴は、少なくとも一つの金属層を含む半導体ウェーハを研磨するためのスラリーによって提供される。スラリーは、水溶性の媒介とその中に研磨粒子と、半導体ウェーハから削られた金属のために水溶性媒介の中にキレート剤としてジエチレントリアミンペンタアセテート

(DTPA) とを含むと好ましい。DTPA はスラリー中で約 0.5 ないし 2 重量% の範囲であると好ましい。研磨粒子は、アルミナ、酸化セリウム、シリカおよびこれらの混合物のうち少なくとも一つを含むことが好ましい。スラリーの pH は約 7 より小さいことが好ましい。

【0013】本発明のもう一つの特徴は、絶縁層と絶縁層上の少なくとも一つの金属層からなる半導体基板を化学機械研磨 (CMP) するための方法である。CMP スラリーを半導体ウェーハと研磨粒子の間の界面に、その間に相対的な動きを提供しながら、分配するステップからなる。スラリーは水溶性の媒体と研磨粒子と酸化剤と半導体ウェーハから削られた金属に対するキレート剤としてジエチレントリアミンペンタアセテート (DTPA) を含むと好ましい。

【0014】少なくとも一つの金属層は、障壁金属層と、障壁金属層の上にバルク金属層とを、半導体ウェーハの溝のうえに相互接続線が形成されたときに含むことが好ましい。DTPA は障壁金属層に関してスラリーの選択性を増大する。障壁金属層の増大される除去速度につれてバルク金属層のへこみは CMP プロセスの間に溝において防がれる。結果として半導体デバイスの選択性は改善される。バルク金属層はアルミニウム、銅、タングステンおよびその合金の少なくとも一つを持つことが好ましい。障壁金属層はチタニウム、窒化チタン、タンタル、窒化タンタルおよびその合金の少なくとも一つを含むと好ましい。

【0015】

【実施例】本発明はここで、本発明の好ましい実施例の示された添付の図を参照しながら、より完全に説明される。しかし、この発明は多くの異なる形態で実施されるかも知れず、これから述べられる実施例に制限されるものと解釈すべきではない。むしろ、この開示が完全なものとなり、当業者に発明の範囲を伝えるために提供される。同じ参照数字は同じ構成要素を示している。層や領域の寸法はより明確となるように図において強調されている。

【0016】キレート剤としてジエチレントリアミンペンタアセテート (DTPA) を含む研磨スラリーは、少なくとも一つの金属層を含む半導体ウェーハの金属の化学機械研磨 (CMP) の間に、スラリーの選択性を増加させる。図示された実施例の少なくとも一つの金属層が障壁金属層 20 とバルク金属層 22 を、図 1 に示したように半導体ウェーハ 44 の中に含んでいる。障壁金属層 20 に対するスラリーの増加された選択性は、スラリーと接触したときのその除去速度を増加させる。これは有利なことに、図 2 を参照しながら上述したように溝 24 の中のバルク金属層 20 のくぼみを防ぐ。さらに半導体ウェーハ 44 の密集した領域の中の酸化物層 28 の侵食が、図 3 に示したように、障壁金属層 22 に対するスラリーの増加された選択性のために、最小化される。

【0017】再び図 1 を参照し、バルク金属層 20 が、相互接続線を形成したときに銅かアルミニウムを含むと好ましい。もしバルク金属層 20 が銅であれば、障壁金属層 22 は、チタン層か、チタン層の上の窒化チタンであると好ましい。バルク金属層 20 がアルミニウムであれば、障壁金属層 22 は、タンタルの層かタンタル上の窒化タンタルであると好ましい。代わりにバルク金属層 20 としてのアルミニウムに対して、障壁金属層 22 はチタン層か、チタン層上の窒化チタンの層でもまたあり得る。これらの障壁金属はまた、当業者によってすぐに理解されるように重金属と呼ばれているものである。他の金属やその合金もまた、本発明によって意図されている。

【0018】窒化チタン層と窒化タンタル層はバルク金属層 20 に付着し、一方でバルク金属層はチタン層とタンタル層が半導体基板 32 へ接触したり、スパイクすることを防ぐ。バルク金属層が銅である場合、種層が窒化チタンの層の代わりに接着性を与えるために用いられるかもしれない。相互接続線の形成に加えて、当業者にすぐに理解されるように、スラリーは半導体ウェーハのビアおよび接点を研磨するためにも用いられるかもしれない。

【0019】半導体ウェーハ 44 の表面を研磨するための CMP 装置アセンブリの図示した実施例が、本発明に従う図 4 を参照しながら説明される。当業者にはすぐに理解できるように、CMP 装置アセンブリ 40 の様々なほかの実施例にもまた適用可能である。例えばいくつかの CMP 装置アセンブリは回転プレートおよび回転ウェーハホルダを利用していない。

【0020】CMP アセンブリ 40 は、半導体ウェーハ 44 を保持する回転ウェーハホルダを含む。本発明に従うスラリーあるいは液体組成物 46 は研磨パッド 48 の上に導入される。研磨パッド 48 は回転テーブルプラテン 50 に配置される。研磨パッド 48 は、平坦化を実行するためのあるプレッシャーでスラリー 46 の存在する状態で、半導体ウェーハ 44 の表面に適用される。圧力は P を付けられた矢印で示されたように、適用される。この圧力 P は CMP 装置アセンブリ 40 によって適用されるバックサイド圧力とダウンフォース圧力を示している。当業者にはすぐに理解されるように、回転要素 42 と 50 がモーターによって移動、回転される。

【0021】半導体ウェーハホルダ 42 は軸 48 に関して選択された速度で半導体ウェーハ 44 を回転し、パッド 48 にわたって制御された圧力 P のもとでウェーハを移動する。半導体ウェーハ 44 は移動されたときにパッド 48 と接触する。ウェーハが所定のパターンで移動されたとき、半導体ウェーハ 44 の表面に接触するパッド 48 の領域が変化する。

【0022】ケミカルサプライシステム 52 はスラリー 46 を特定の流速でパッド 48 の上に導入する。スラリ

ー46は、本発明の利点を損なうことなく、パッド48に関して様々な位置で導入される。例えば、スラリー46は、滴下あるいはスプレーというようなものによってパッド48の上から導入されるかもしれない。代わりに、スラリー46は回転テーブルの横からのスプレーによって導入されるかもしれない。

【0023】スラリー46は水溶性の媒介、水溶性媒介中の研磨剤、水溶性媒介中の酸化剤および、半導体ウェーハ44から研磨された金属のために水溶性媒介中のキレート剤としてのジエチレントリアミンペンタアセテート(DTPA)を含んでいる。研磨剤は好ましくは、アルミナ、セリア、シリカおよびその混合物のような金属酸化物の研磨剤を含む。酸化剤は過酸化水素、水溶性媒介は脱イオン水あるいは蒸留水を含む。

【0024】回転テーブル50は選択された速度で回転され、ウェーハホルダ42と同じ方向で回転される。半導体ウェーハ44の表面がパッド48に関して並列に保持され、パッドがウェーハの表面を研磨することができる。スラリー46とパッドの圧力は、研磨速度あるいは表面材料の除去速度を始めに決定する。

【0025】前述の研磨工程の間の皿上くぼみを軽減するために、スラリー46はキレート剤としてジエチレントリアミンペンタアセテート(DTPA)を含む。DTPAは、反応速度あるいは半導体ウェーハ44の表面からの、特に障壁金属層22に関して、金属イオンの脱着を促進する。DTPAはキレート錯体あるいはキレートと呼ばれる環状構造を形成する金属イオンの配位球のなかで一つ以上の位置をしめることができる、3つのドナー原子(N3)を分子内に持つ、水溶性の分子状の多座配位子である。

【0026】従来のキレート剤は典型的には、分子内に二つのドナー原子を持つ。DTPAは、その第3のドナー原子のために、障壁金属層22に対してより高いスラリーの選択性を提供するので都合が良い。障壁金属層22の除去速度が増大し、低い選択性のスラリーのときに存在したような皿上のくぼみを最小化する。更にDTPAは、タングステン、銅、アルミニウム、タンタル、窒化タンタル、チタンおよび窒化チタンのような異なる金属を適用可能である。DTPAは、チタンあるいはタンタルおよびそれらの化合物のような、障壁金属層22とともに、すばやくそれらを加水分解しながら、弱い結合を形成する。すなわち表面の金属イオンの結合はスラリーの水溶性部分の中で分解され、これらの分割されたイオンはジエチレントリアミンの原子と結合する。

【0027】 $C_4H_{13}N_3$ で示される、ジエチレントリアミンはキレート剤の中心の基あるいは配位子である、トリアミン N_3 は三つのN原子を配位子の中で都合の良いことに提供し、それによって、研磨されている金属は三つの窒素原子に付着し、錯体反応を形成することができる。結果として、強力な結合が研磨された金属とスラ

ー46のキレート剤との間に形成され、障壁金属層22に関して除去速度が増大する。更にバルク金属層の除去速度もまた増加する。

【0028】DTPAは、研磨の間に、大きな関心を持つさまざまな金属に関して、大きく条件付きの生成あるいは安定度定数 K_f を持つキレートあるいはキレート錯体を好ましいことに形成する。DTPAは各金属に関して異なる K_f を持つ。生成定数は、その完全に解離された形態の溶媒和金属イオンと配位子からのキレート錯体の形成に対する平衡定数である。サイズ、配位子と金属イオンの間に形成されたキレート環の数、キレート環の置換基および金属イオンとキレート剤のドナー原子の性質を含む、多くのパラメータが安定度に影響する。DTPAは都合の良いことに障壁金属イオンに関して非常に高い生成定数を持つ。生成定数が、異なる金属イオンに関して、キレート剤としてのDTPAに対して異なっているので、 K_f に対する好ましい範囲が、もっとも重大な関心、すなわち障壁およびバルク金属の金属イオンに関して与えられる。従ってキレート剤はこれらの金属に対して5より大きい K_f を持つ。

【0029】キレート剤としてDTPAを用いる利点は利用される研磨パッドの材料や型に影響されないことである。パッドの選択は応用に依存したものである。例えば、スラリー46には当業者には知られたいずれかの周知で適切な研磨パッド48を使うこともできる。研磨パッド48は、均一でないしそれ以上のパッドを含み、特定の形状、すなわち円形、球形および矩形であったり、非均一な形状であるかもしれない。パッドの選択はまた、特定の応用に依存した特定の硬度を持つかもしれない。さらに上述したようにパッドは、平坦化のためにその表面で研磨する要素をもつかもしれない。

【0030】スラリー46は一般に研磨要素と、平坦化されている表面と化学的に相互作用する要素を含んでいる。例えば、典型的な酸化物研磨スラリー46は、pHが7に等しいか、小さい酸性溶液中で、平均サイズ120nmの酸化物粒子のコロイド懸濁液を含む。しかしながら、DTPAは7より大きいpHをもつアルカリ溶液と用いられるかもしれない。セリア(CeO_2)懸濁液はまた、大量の金属を除去する必要のある特定の場所で適切な時期に用いられるかもしれない。セリアは化学的および機械的試薬としてスラリー46中で作用する。スラリー46の他の研磨要素が含まれるかもしれないが、当業者に知られているような従来の研磨スラリーで用いられる、アルミナ(Al_2O_3)とシリカあるいはいずれか他の研磨剤に限られるものではない。

【0031】キレート剤と共同して利用される適切なスラリーの要素の一般的な特徴は、研磨粒子あるいは研磨要素の硬度が金属の損傷を避けるために、研磨される金属の硬度と大体等しい硬度をもつべきということである。さらに粒子は、均一でかつ金属の汚染物質の無い溶

液であるべきである。例えば更に、金属研磨工程で用いられる際、スラリーは約7より小さいpHをもつ。

【0032】本件発明はまた、研磨要素を含むパッド48を用いたCMP装置デバイス40と共に用いられ、ここでその液体組成はキレート剤と化学的に半導体ウェーハ44の表面と相互作用する液体要素とを含む。それゆえスラリー46はパッド48によって提供される研磨要素を必要としない。化学的に相互作用する液体要素はしかしながら依然として必要とされる。液体化学的相互作用要素には、例えば水酸化アルミニウムあるいはいずれかのpHが7に等しいか小さい酸性溶液が含まれるかもしれない。スラリー46で用いられるDTPAの量は障壁金属層22に関してスラリーの選択性を増加させるために効果的な量である。好ましいことに、液体組成の総重量に基づいて、キレート剤としてのDTPAは約0.5ないし2重量%の量で存在している。

【0033】本発明の他の特徴は、絶縁層26と、絶縁層上の少なくとも一つの金属層を含む半導体ウェーハ44を化学的機械的研磨(CMP)するための方法である。その方法は、半導体ウェーハ44と研磨粒子の間の界面に、その間に相対的な移動を提供しながら、CMPスラリー46を分配する工程を含んでいる。スラリー46は水溶性媒体、研磨剤、酸化剤、及び半導体ウェーハ44から研磨された金属に対するキレート剤としてのジエチレントリアミンペンタアセテート(DTPA)を含んでいる。

【0034】少なくとも一つの金属層が障壁金属層22と障壁金属層上のバルク金属層20を、半導体ウェーハ44の溝の上に相互接続線を形成したときに、含む。DTPAは障壁金属層22に関してスラリー46の選択性を増大させる。増大された障壁金属層22の除去速度のために、バルク金属層20の皿状のくぼみが、CMP工程の間に溝の中で防がれる。結果として半導体ウェーハ44の信頼性が改善される。バルク金属層20は、アルミニウム、銅、タングステンおよびその合金のなかの少なくとも一つを含む。障壁金属層22は、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタルおよびその合金の少な

くとも一つを含む。

【0035】前述の記載と関連した図で示された教示の利点を持つ、本件発明の多くの修正と他の実施例が当業者に考えつくだろう。それゆえ本発明は開示された特定の実施例に制限されるものではなく、修正や実施例が添付の特許請求の範囲の範囲内に含まれることが理解されるだろう。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、バルク金属層に比べて障壁金属層の選択性或除去速度の改善されたCMP用のスラリーを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、従来技術に従ってCMP工程の前に障壁金属層とバルク金属層によって被覆された溝を持つ半導体ウェーハの断面図である。

【図2】図2は、CMP工程のあとの溝の中のバルク金属層の皿状くぼみを示す、図1で示した半導体ウェーハの断面図である。

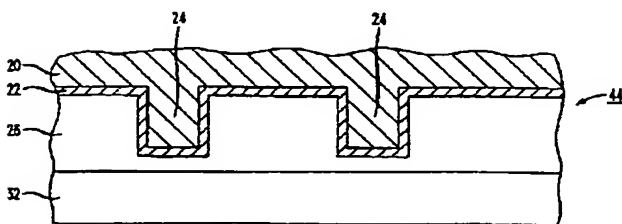
【図3】図2に図示された皿状くぼみによって引き起こされた酸化物層の侵食を示した半導体ウェーハの断面図である。

【図4】本発明に従う、スラリーと接触する化学的機械的研磨装置に配置された半導体ウェーハの断面図である。

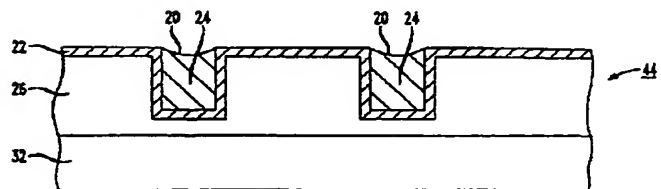
【符号の説明】

- 20 バルク金属層
- 22 障壁金属層
- 24 溝
- 26、28 酸化物層
- 32 半導体基板
- 42 回転要素
- 44 半導体ウェーハ
- 46 スラリー
- 48 パッド
- 50 回転テーブルプラテン
- 52 ケミカルサプライシステム

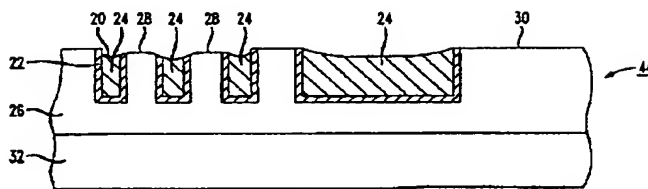
【図1】



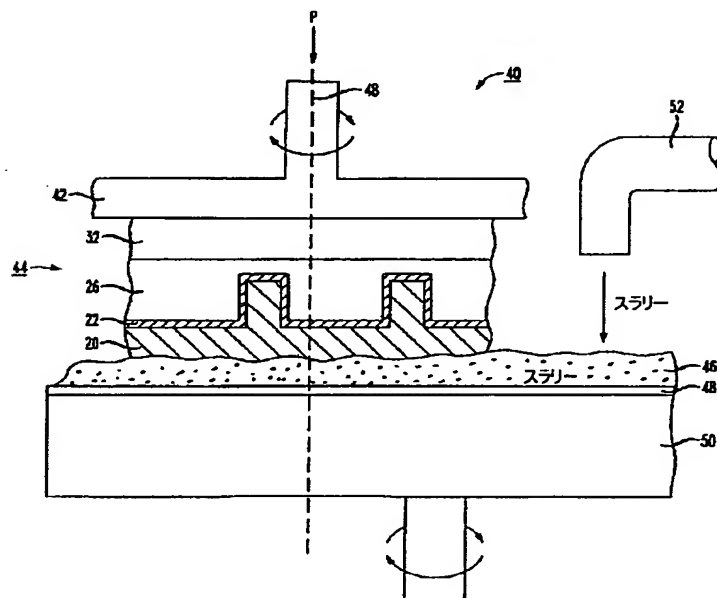
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

C 0 9 K 13/00

識別記号

F I

C 0 9 K 13/00

テーマコード(参考)

(72)発明者 サイレッシュ マンシン マーチャント
アメリカ合衆国 32835 フロリダ, オー
ランド, ヴァインランド オークス ブウ
ルヴァード 8214

(72)発明者 プラディップ クマール ロイ
アメリカ合衆国 32819 フロリダ, オー
ランド, ヒドゥン アイヴエイ コート
7706